

**Les Arthropodes des systèmes de cultures menés
en Semis direct sur Couvertures Végétales (SCV)
dans les Terres Rouges de la province
de Kampong Cham (Cambodge)**

Rapport de mission

du 29 juillet 2008 au 10 août 2008

**B. VERCAMBRE
février 2009**

SOMMAIRE

RESUME	3
REMERCIEMENTS	5
TERMES DE REFERENCES	6
INTRODUCTION	7
ORGANISATION DE LA MISSION	7
IV. RESULTATS	8
1. Résultats des sondages réalisés à la station de Bos Khnaor	8
2. Résultats des sondages réalisés à la Matrice de Sahakreas	9
3. Résultats des captures réalisées manuellement ou au filet	10
4. Résultats des piégeages	10
5. Résultats des activités de détermination	10
V. COMMENTAIRES	11
VI. PROPOSITIONS	12
VII. CONCLUSIONS	14

RESUME

Outre des visites d'initiation aux SCV ou des organismes s'occupant de développement agricole sous la direction de S. Boulakia, animateur de la Composante SCV du Projet Hévéculture Familiale PHF), Nous avons procédé à 3 jours de sondages (5 au 7/8/2008) sur les 2 sites de Bos Khnaor et de la Matrice de Sahakreas (Terres Rouges). Les observations entomologiques ont été générales, avec une attention spéciale aux vers blancs et aux pucerons des racines, les 2 entités nuisibles qui avaient motivé cette mission.

Les sondages ont été réalisés avec 3 équipes de 2 personnes fournies par le projet SCV (en général, au moins une personne expérimentée – étudiant ou technicien-/équipe). Le principe était de choisir au hasard des sites de comptage de certaines parcelles (centrées sur le riz et les couvertures de Graminée : *Eleusine*, *Digitaria*, ou de Légumineuse : *Stylosanthes*) et de compter tous les organismes présents sur 20 cm linéaires, reportés immédiatement sur une feuille de notation prévue à cet effet. Il y avait en général 6 répétitions par niveau de fumure (2 à Bos Khanor : F0 et F1, 3 à Sahakreas : F0, F1 et F2).

En même temps des prélèvements réalisés au filet ont été pratiqués dans les cultures de riz, de maïs et de soja, ainsi que des essais rapides de quelques méthodes de piégeages.

Quatre aspects sont donc à retenir :

- 1/ résultats des sondages ;
- 2/ résultats de captures au filet ;
- 3/ activité de détermination visant surtout, dans une première phase, à caractériser la fonction des organismes, mais pouvant aller jusqu'à la détermination spécifique des taxons importants ;
- 4/ résultats des piégeages.

I. Résultats globaux des sondages

Plus de 1 000 tiges (Bos Khnaor) et près de 400 tiges (Matrice de Sahkreas) de riz ont été comptées (très grande variation du nombre de tige/20 cm linéaire : 1 à plus de 20 (provenance de cette variabilité : semis inégal ou semences détruites ?). Plus de 800 organismes (470 à Bos Khnaor et 340 à Sahakreas) ont été comptés dont les principaux sont les arachnides, les myriapodes, les blattes et les fourmis (environ 13 à 16% pour chaque taxon). Puis viennent, dans l'ordre, les coléoptères, les annélides et les escargots, les chenilles défoliatrices....

II. Résultats des captures réalisés au filet

Environ, 600 organismes ont été ramenés au laboratoire (2 500 si on compte les colonies de termites et de fourmis et une nurserie d'araignées de 1 490 jeunes qui venaient d'éclore). Leur répartition s'établit à : 15 à 20% pour araignées, hyménoptères (99% fourmis) et coléoptères ; 4 à 7% pour les termites, orthoptères, myriapodes, chenilles, diptères et hémiptères.

III. Résultats des pièges

Trois types de pièges (cuvette jaune avec eau, étiquettes jaunes engluées piqués dans le sol et boîtes avec eau enfoncées au ras du sol) ont été testés. Les exploitations sommaires montrent l'intérêt des plaquettes jaunes pour la capture des cicadelles.

IV Résultats des activités de détermination

L'ensemble de ces organismes (5 classes, \pm 20 ordres, \pm 62 familles) ont été triés, observés, et envoyés à des spécialistes divers (MM. Bonfils, Delabie, Ledoux, Martinez, Germain, Bordereau, Soldati, Lecoq...) ou visionnés par nos collègues du Laboratoire de Faunistique ou proche (MM. G. Delvare, H.P. Aberlenc, J.M. Maldès, P. Ryckewaert, D. Morin) afin de les situer au moins au niveau de la famille. Il y aurait environ 150 à 200 espèces, pour lesquels un cahier d'archives a été ouvert.

Parmi les ravageurs, le puceron *Rhopalosiphum rufiabdominalis* a été reconnu à un très faible niveau ; parmi les vers blancs ramenés, il y avait des Melolonthides, mais leur taille (forme L1 ou L2 pour la plupart) laisse présager une faible nuisibilité.

Plusieurs autres insectes pourraient devenir des nuisibles dont il faudrait tenir compte, dont :

- *Melanagromyza sojae* (Diptera, Agromyzidae) sur Soja ;
- *Atherigona* sp (Diptera, Muscidae) sur plantules de graminée ;
- *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera, Pseudococcidae) sur racines de graminée dont Riz ou Eleusine, qui semble avoir été confondu avec *Rhopalosiphum rufiabdominalis* ;
- Termites champignonistes (genres *Macrotermes* ou *Odontotermes*, *Microtermes* ou *Ancistrotermes*, par alimentation sur racines ou tiges de plantes cultivées.
- Ciccadelles transmettrices de virus, dont *Nephotettix virescens*

Nous avons mis au point une liste d'Orthoptères (identifiés à l'espèce) et de chenilles (à la famille), qui sont des défoliateurs. Mais dans les observations générales faites lors de la mission, l'impression dominante est que ces insectes nuisibles n'avaient pas une incidence très forte, malgré la période de sécheresse momentanée. Est-ce du au contrôle naturel lié aux SCV (présence forte d'araignée et de fourmis ?).

De même, on dispose d'une liste (niveau famille, parfois genre) des araignées et d'une liste des fourmis (au niveau genre et espèce). Les Coléoptères sont divisés en famille et on peut les séparer en espèces utiles ou nuisibles, de même pour les Hémiptères.

Dans les conclusions apparaît une liaison négative entre la présence des insectes et le nombre de tiges de riz par unité de longueur (20cm dans ce cas).

Il a été proposé des protocoles à mettre en place pour :

- i/ analyser le rôle éventuel des fourmis dans la réduction des tiges de riz après semis ;
- ii/ déterminer les espèces de vers blancs présents en partant de leur bio-écologie, ainsi qu'une méthode pour connaître leur comportement vis-à-vis de plantes éventuellement répulsives ;
- iii/ reprendre des propositions faites en 2007 par L. Séguy :
 - a/ rôle des bordures ou des couvertures (seule ou en mélange) sur le contrôle des ravageurs (du sol ou autres) ou l'attraction des organismes utiles (technique du Push-Pull) ;
 - b/ poursuite des observations en matière de résistance variétale du riz, liée à des comptages sur la présence des insectes nuisibles.

La couverture d'*Eleusine* risque d'être l'hôte de plusieurs ravageurs des racines ou de la plantule: sera-ce une protection ou un risque pour la plante cultivée ?

Mots clés : Biodiversité, Arthropodes, SCV, Riz, Lutte biologique, Cambodge

REMERCIEMENTS

Je remercie Johnny BOYER et Alain RATNADASS pour avoir rendu possible cette mission très instructive sur les SCV au Cambodge. Sur place, Stéphane BOULAKIA a assuré l'organisation de la visite de façon parfaite et démontré l'intérêt de ces systèmes agro-écologiques, dont il assure depuis 4 ans la recherche et le développement. Par la suite, les travaux complémentaires menés avec Johnny et Stéphane sur le terrain l'ont été dans une ambiance sympathique et laborieuse, avec l'aide d'une équipe dynamique.

I. TERMES DE REFERENCES

La mission avait pour objectif de répondre aux demandes formulées par J. BOYER (mail du 19/3/08) et S. BOULAKIA (mail du 5/4/08) :

- qualification et quantification des populations d'insectes ravageurs des cultures ; ces insectes sont notamment les ravageurs terrioles du riz pluvial : vers blancs, puceron des racines (*Rhopalosiphum rufiabdominalis*), avec une évaluation du risque 'termite' ;
- mise au point de méthodes de piégeages ;
- mise au point d'un protocole de suivi ;
- mise au point d'une lutte biologique de substitution au traitement insecticide

II. INTRODUCTION

Le Semis direct sur Couverture Végétale (SCV) recouvre des techniques agronomiques novatrices, visant à développer une agriculture durable et plus économe. L'ensemble de la production est considérée : le maintien et l'amélioration du capital sol en tant que support des cultures, mais aussi de sa richesse en matière organique et éléments nutritifs, l'absence de labour pour favoriser la bio-faune du sol, l'utilisation de semences améliorées, adaptées aux conditions locales, la réduction des agro-fournitures (engrais et produits phytosanitaires), la mise au point et l'utilisation d'outils adaptés sont les principaux aspects envisagés.

Ces principes guident une recherche mettant progressivement en place des systèmes de cultures vivrières ou de rente (riz, maïs, soja, manioc...) où la plante principale est associée à une plante de couverture ayant des qualités particulières dans le maintien de la structure du sol, la lutte contre les mauvaises herbes ou les insectes nuisibles et de son équilibre nutritif. Ce sont des graminées (*Brachiaria ruziziensis*, *Eleusine coracana* pour les périodes humides, mil et sorgho pour les périodes sèches...) ou des légumineuses (*Stylosanthes guianensis*, *Cajanus cajan*...), constituant parfois des biomasses fourragères considérables.

Il faut souligner l'aspect progressif de cette recherche avant de parvenir à une application assez stricte des principes de base ; quelques produits phytosanitaires sont encore utilisés (traitement de semences, herbicides) dont on cherche à limiter l'usage au maximum. Les SCV sont développées dans le monde entier, et tout particulièrement dans les zones tropicales par le CIRAD (Brésil, Madagascar, Laos, Colombie...).

Au Cambodge, ces techniques ont un champ d'application potentiel de 2 millions d'hectares sur les Terres Rouges basaltiques des Bas Plateaux (Upland with red basaltic oxysols) ou les Hautes Terres Noires et sableuses Rizicoles (Rainfed lowland rice cultivation). Une première phase d'un Projet de recherche/développement sur l'Hévéaculture Familiale (PHF) a été développée entre 2004 et 2006 dans la province de Kampong Cham (cf. annexe1), ce projet comportant une composante 'Diversification des cultures et SCV'. Il est rentré en phase transitoire en 2007-2008. Il achève sa 4^{ème} campagne agricole pour les cultures pluviales et sa 3^{ème} campagne agricole en riziculture inondée pluviale. Une 2^{ème} phase est prévue entre 2008-2009 sous forme d'un Projet d'Hévéaculture Familiale et de Diversification Agricole (PHFD).

Durant cette période de culture, il est apparu des insectes perturbant régulièrement la production des cultures menées en SCV dans le PHF, dont les vers blancs (larves de hannetons coupant les racines) et des 'poux' du riz (piquant les racines du riz) dont la dénomination est à préciser (Séguy, 2007). C'est dans ce cadre que l'intervention d'un entomologiste était nécessaire et dont les termes de références ont été présentés au point I.

+

Le climat du Cambodge est composé d'une première saison de pluies aléatoires, commençant en avril jusque fin juillet, pendant laquelle les cultures peuvent commencer avec le risque de périodes de sécheresse, suivie d'une saison très pluvieuse (mi août à fin septembre) se poursuivant par des pluies moins intenses (octobre) et la saison sèche (novembre-mars). Cette organisation moyenne du climat explique la période de la mission : fin juillet-début août, après la mise en place des cultures, celles-ci étant dans leur première phase végétative.

III. ORGANISATION DE LA MISSION (29/7 au 10/8/2008)

Une première période d'information et de visites (31/7 au 4/8) a été mise en œuvre (Annexes 2 et 3). Les premières journées ont été consacrées à la découverte des techniques SCV, basée sur une visite des sites expérimentaux ou de démonstration du projet (Bos Khnaor, Matrice de Sahakreas, Sampont),

sous la direction de S. Boulakia, animateur du projet SCV. Plusieurs parcelles paysannes (Ta Prok, Ta Pom, Dom Bos, Chong Chea,) ont été également visitées. Des prélèvements d'insectes ont été faits.

Une journée (4/8) a été consacrée à la visite d'organismes : i/ de formation (Université Royale d'Agriculture), dans la mesure où des étudiants pourraient participer aux recherches à venir, et : ii/ de développement ayant trait à la lutte biologique sur le terrain (Equipe Australie/Cambodge) avec lequel une coopération serait possible (lutte contre les cicadelles vectrices de virus par ex.).

Une deuxième période (5 au 8/8) a été réservée à des comptages sur parcelles de cultures et à des prélèvements d'organismes, manuellement, au filet ou par piégeage.

a/ trois équipes de 2 personnes (dont au moins une personne expérimentée, étudiant ou technicien), choisies par le projet, ont procédé aux comptages. Les comptages comprenaient : le nombre d'unités de plante sur 20 cm linéaires, ainsi que la notation sur une fiche adaptée (Annexe 4), de l'ensemble des organismes animaux s'y trouvant, de taille supérieure à 1 mm. Ce comptage était complété par un creusement du sol à 10 cm de profondeur, afin de repérer les vers blancs. Un certain nombre de ces organismes étaient placés dans des tubes remplis d'alcool 70° pour observations plus approfondies au laboratoire. Les parcelles de riz avec couverture *Eleusine* ont été favorisées du fait de la recherche privilégiée des 'poux' du riz. Les lieux de comptage sur les parcelles étaient choisis au hasard (à l'aide d'une table de nombre au hasard, Schwartz, 1963) et répétés au moins 6 fois (2 comptages/équipes). Deux localisations ont été choisies en fonction de leur importance dans le processus de recherche: Bos Khnaor (Site de démonstration, 5 et 6/8) et la Matrice de Sahakreas (7/8)

b/ afin de connaître également les organismes d'autres cultures ou les espèces mobiles, des prélèvements ont été réalisés en balayant 4 fois la végétation du maïs et du soja avec un filet à mailles serrées (\varnothing 40 cm) situé au bout d'un manche, puis en plaçant les organismes capturés dans des tubes avec alcool 70°. Quatre à cinq passages étaient effectués par parcelle sondée.

c/ des essais sommaires de piégeages ont été effectués à l'aide 3 méthodes : i/ cuvette jaune remplie à moitié d'eau, posée sur un support entre des lignes de riz (ph.7) ; ii/ plaquettes jaunes engluées de petite taille, fichées dans le sol portant la couverture desséchée de *Stylosanthes* (ph.8) ; iii/ boîte de conserve en métal (\varnothing 77 mm, h : 157 mm) enfoncée au ras du sol, entourée d'une gaine électrique ajustée afin de la retirer ou la remettre facilement et remplie au tiers d'eau avec produit mouillant (ph.9).

Enfin, du temps a été réservé à la discussion et à la documentation.

Le coût des voyages et la logistique furent assurés par le projet Hévéculture Familiale et l'UPR 102.

IV. RESULTATS

1. Résultats des sondages réalisés à la station de Bos Khnaor (Terres Rouges ferralitiques, très argileuses)

a/ Riz (3 variétés) sur *Stylosanthes*

Les résultats apparaissent à l'annexe 5. Il a été effectué 6 comptages/niveau de fumure (F0 et F1) et 12 comptages/variétés. Le nombre de tiges/20 cm linéaires varie de 6 à 26. La variété V1 est la plus dense, la variété V2 la moins dense. Globalement, les myriapodes sont les plus nombreux, représentant 25% des organismes repérés, suivis des araignées (21,8%), les fourmis (15, 1%), les blattes (11,7%) et les chenilles défoliatrices (9,2%). Les gastéropodes, les annélides et les coléoptères sont à égalité (environ 5%). Les répartitions des taxons sont parfois variables selon la variété. Présence d'œufs chez les fourmis et les araignées. On note 13 organismes non précisés ('worms' ?)

b/ Riz (7 variétés) sur Stylosanthes (ph. 1)

Les résultats apparaissent à l'annexe 6. Il a été effectué 4 comptages par niveau de fumure (F0 et F1) et 8 comptages/variété. Le nombre de tiges/20 cm linéaires varie de 3 à 22. La variété V2 est la plus dense, les variétés V1 et V4 les moins denses. Globalement, l'ordre des 3 premiers taxons est le même que dans l'essai précédent : myriapodes (26,8%), araignées (19,0%) et fourmis (10,4%) ; mais la densité des gastéropodes rejoint celles de fourmis ; les coléoptères apparaissent (8,7%) plus nombreux que les blattes (7,4%) et les annélides (7,4%) ; les chenilles défoliatrices sont toujours présentes (6,1%). Les répartitions des taxons sont parfois variables selon les variétés. Présence d'œufs chez les araignées. On note 29 individus non précisés ('worms' ?).

c/ Riz sur Eleusine (bordures) (ph. 2)

Les résultats apparaissent à l'annexe 7. Il a été effectué 6 comptages sur les 4 sous-parcelles des bordures, dont la largeur était de 3 m. Le nombre de tiges/20 cm linéaires varie de 1 à 8. Globalement, ce sont les fourmis les plus nombreuses (39,7%) suivies par les araignées (18,9%) les gastéropodes, les coléoptères (12 à 14%) et les myriapodes (10,3%). Niveau faible pour les blattes et les annélides. Absence de chenilles défoliatrices. Les répartitions des taxons sont parfois variables selon la zone prospectée. Présence d'œufs chez les fourmis et les araignées. On note 7 individus non précisés, assez divers.

2. Résultats des sondages réalisés à la Matrice de Sahakreas

a/ parcelle 8 (riz sur Eleusine)

Les résultats apparaissent à l'annexe 8. Il a été effectué 3 comptages par niveau de fumure (F0, F1 et F2), soient 9 sondages pour la parcelle. Le nombre de tiges/20 cm linéaires varie de 2 à 7. Globalement, ce sont les fourmis les plus nombreuses (45,5%) suivies par les blattes (36,4%) parfois en situation grégaire. Quelques coléoptères, myriapodes et annélides (4 à 6%). Absence de chenilles défoliatrices. On note 1 individu non précisé.

b/ parcelles 9 et 10 (riz sur Stylosanthes)

Les résultats apparaissent à l'annexe 8, la méthode de sondage ayant été identique à la précédente. Le nombre de tiges/20 cm linéaires varie de 3 à 7. Globalement, ce sont les araignées (30,4 à 45% selon la parcelle, du à l'apparition d'un acarien rouge) les plus nombreuses suivies par les fourmis et les blattes (10 à 18,6%). Quelques coléoptères et myriapodes (6% à 10%). Présence de chenilles défoliatrices en parcelle 9 (environ 10% des effectifs). La répartition des taxons est proche entre les 2 parcelles. On note 3 individus non précisés.

c/ parcelle S4 (riz sur Eleusine)

Les résultats apparaissent à l'annexe 8 (suite 2), la méthode de sondage ayant été identique aux parcelles précédentes, mais avec 2 répétitions. Le nombre de tiges/0,20 cm linéaires varie de 1 à 24. Globalement, ce sont les blattes (29,4%), les coléoptères (24,0%) les plus nombreuses, suivies par les termites (13,2%), puis fourmis et araignées (9,2%). Quelques myriapodes et annélides (1,6%). A noter la présence de quelques chenilles défoliatrices (3%) mais on remarque un nombre de cicadelles relativement important (4%). On note 1 individu non précisé.

d/ parcelle Eleusine (prélèvement spécial puceron des racines)

Les résultats apparaissent à l'annexe 8 (suite 3). L'objectif de trouver le puceron *Rhopalosiphum rufiabdominalis* a été atteint à partir des 4 sondages réalisés dans une parcelle d'Eleusine, plante-hôte

reconnue de l'insecte. Deux individus seulement ont été capturés. Le nombre de tiges observées a été de 26. Le groupe le plus nombreux a été les coléoptères (35,5%), suivi des myriapodes (16,1%), de dermaptères (perce-oreilles), accompagnés d'œufs (11,3%) et d'araignées (11,3%). Présence de fourmis et de chenilles défoliatrices à un faible niveau (3 à 5%).

3. Résultats des captures réalisées manuellement ou au filet

Environ, 620 individus ont été ramenés au laboratoire (2 500 si on compte les colonies de termites et de fourmis, ainsi qu'une nurserie d'araignées de 1 490 jeunes qui venaient d'éclore). La synthèse aboutit à 5 classes, 22 ordres et au moins 62 familles, correspondant à 150 espèces environ.

Leur répartition s'établit à : 15 à 20% pour araignées, hyménoptères (99% fourmis) et coléoptères ; 4 à 7% pour les termites, orthoptères, myriapodes, chenilles, diptères et hémiptères.

4. Résultats des piégeages

Réalisés du 6 au 8/8 à Bos Khnaor, les essais trop rapides ont cependant montré un intérêt pour chaque méthode :

a/ étiquettes jaunes : sur 5 étiquettes/7, prises de cicadelles diverses le 7/8, dont *Nephotettix virescens* sur les étiquettes 1 et 2, la transmettrice du Tungro Virus.

b/ pièges au sol : le 8/8, prise d'une fourmilière (C166), d'une chenille et d'une araignée.

c/ les cuvettes jaunes ont pour originalité de capturer les lépidoptères.

5. Résultats des activités de détermination

L'ensemble des organismes rapportés au laboratoire a été observé au binoculaire et réparti selon leur taxinomie en 3 embranchements : Mollusques, Annélides et Arthropodes et 5 classes : gastéropodes (escargots) pour les Mollusques, Oligochètes (ver de terre) pour les Annélides, Chélicérates ou Arachnides (araignées et acariens), et Antennates ou Mandibulates, recouvrant Myriapodes (ou mille pattes) et Insectes (eux-mêmes divisés en Aptérygote : Collembolés et Ptérygotes : insectes adultes à ailes). Seules les Classes d'Arachnides et d'Insectes ont reçu un approfondissement par envoi à des spécialistes.

Nous avons reçu l'aide de : J.-C. Ledoux pour les araignées, C. Bordereau pour les termites, D. Morin pour les criquets et sauterelles, M. Bonfils pour les cicadelles, F. Germain pour les cochenilles, J.-M. Males pour les punaises, M. Martinez pour les mouches, G. Delvare pour les Hyménoptères parasitoïdes et J.-C. Delabie pour les Hyménoptères Formicidae, H.P. Aberlenc, L. Soldati et J.-C. Lecoq pour les Coléoptères, P. Ryckewaert pour les familles des chenilles.

L'objectif principal était d'obtenir la précision suffisante pour déterminer la fonction des organismes. Si besoin était, en liaison avec la disponibilité des spécialistes, il a été possible d'aller jusqu'au genre ou à l'espèce. Ce niveau de précision est indispensable pour caractériser les insectes nuisibles.

Dans le cas présent, on a pu détecter la présence :

- d'une cochenille : *Dysmicoccus brevipes*, qui vit sur les racines des graminées (riz et *Eleusine*), encore appelée 'poux' du riz et qui a du être confondue avec le puceron *Rhopalosiphum rufiabdominalis* ; c'est un ravageur qui semble très présent (cf. photos n° 42, 77, 78 et 79, p. 105, Seguy, 2007) ;
- d'une mouche, *Melanagromyza sojae*, qui s'attaque aux tiges de soja ;
- d'une autre mouche du genre *Atherigona*, connu pour s'attaquer aux plantules de graminées ;
- de la cicadelle *Nephotettix virescens*, transmettrice des virus tels que le 'Tungro' ;
- de la pyrale *Cnaphalocrocis medinalis*, important insecte défoliateur du riz.

Une liste des échantillons déterminés jusqu'au genre est présentée en annexe 14.

Ce travail débute tout juste et devrait aboutir à une liste des organismes séparés en ‘utiles’ et ‘nuisibles’ après compréhension des relations qui les rassemblent (définition des chaînes alimentaires). Par exemple, une fourmi omnivore peut limiter le nombre de chenilles défoliatrices, tout en diminuant le stock des semences mises dans le sol. Bien que peu fréquents, il peut exister des conflits (Edwards, 1974 ; Holldobler, 1970 ; Lenoir et al., 2003) ; Porter et al., 1982 ; Van der Aart et al., 1971 ; Wing, 1983), des associations (Parker, 1984) ou des évitements (Sanders et al., 2007) entre les araignées et les fourmis. Les collemboles servent de nourriture à certaines araignées (Sanders et al., 2007).

Il existe donc un grand champ d’observations et d’études, qui permettrait de comprendre pourquoi un système agronomique est en équilibre ou non avec la faune ou la flore environnante.

V. COMMENTAIRES

1. sur la méthodologie

a/ limites des observations : Les techniques de sondages n’ont pas été assez répétées au niveau de chaque parcelle ou au niveau de chaque station pour donner des conclusions bien argumentées, mais c’est un début dans la connaissance de la diversité des macro-organismes et de leur densité. La 2^{ème} critique réside dans la justesse du dénombrement des organismes entourant les tiges de riz comptées sur 20 cm. Pour assurer la régularité du volume de prélèvement, il faudrait utiliser des cadres en bois ou en métal, qui permettraient de bien délimiter la zone à considérer. Nos données ne permettent donc pas de connaître le nombre d’organismes/ha. Enfin, la mobilité des organismes est très variable et ceux qui peuvent voler facilement seront sous-estimés (orthoptères, cicadelles, papillons, diptères, certains coléoptères). C’est ce point qui a entraîné la mise en œuvre des captures au filet ou de pièges divers.

b/ moyennant ces biais, on peut définir 2 critères relatifs intéressants : i/ importance relative de chaque taxon, puisque tous les organismes présents ont été notés ; ii/ rapport comparable entre nombre d’organismes et nombre de tiges de riz comptées sur 20 cm.

2. sur les résultats

a/ importance relative des taxons.

Les récapitulations des prélèvements réalisés dans les 2 sites de Bos Khnaor et la Matrice de Sahakreas apparaissent respectivement aux annexes 9 et 10. Pour évaluer le nombre d’individus, il apparaît encore un biais : les fourmis, les araignées, les termites, parfois les blattes et les coléoptères, apparaissent fréquemment en colonie importante, pouvant perturber l’équilibre réel des espèces. Pour relativiser ce surnombre, on a compté un seul individu suivi de 3 croix lorsque la notation sur la feuille indiquait : « a lot of ». Les œufs sont comptés à part entière. Cette précision donnée, on peut mieux relativiser les rangs obtenus par les différentes classes et ordres. A Bos Khnaor, on obtient la succession : myriapodes (98), araignées (80+++), fourmis (63+++), gastéropodes (39+++), annélides (37), coléoptères (35), blattes (32) ; puis à un niveau plus réduit : chenilles de lépidoptères (13), hémiptères (4), termites, orthoptères et dermoptères (2). A Sahakreas, on observe l’ordre : araignées et acariens (71+++), blattes (64+++), coléoptères (69), fourmis (51+++), termites (19+++), myriapodes (19), hémiptères (12), chenilles de lépidoptères (11), dermoptères (8), puis annélides, diptères et orthoptères à un faible niveau (3 à 1).

En comparant les 2 sites, il apparaît des différences : on note une absence de gastéropodes à Sahakreas, alors qu’ils sont au 4^{ème} rang à Bos Khnaor. Un décalage existe aussi pour les myriapodes (5^{ème} rang à Sahakreas et 1^{er} rang à Bos Khnaor) et les annélides (11^{ème} rang à Sahakreas et 4^{ème} rang à Bos Khnaor). Les rangs des autres taxons sont du même ordre, en particulier pour les arachnides, 1^{er} rang à Sahakreas du fait de la pullulation d’acariens rouges, et 2^{ème} rang à Bos Khnaor), les fourmis (4 et 3^{ème} rang respectivement), les coléoptères (2 et 4^{ème} rang respectivement) et la présence de chenilles (7 et 8^{ème} rang respectivement).

On remarque aussi une profusion d'œufs chez les fourmis, les araignées et les dermaptères, ce qui semble indiquer une période favorable à la multiplication de certains arthropodes.

b/ relation entre nombre d'organismes et nombre de tiges sur 20 cm linéaires

La liaison entre ces 2 critères apparaît aux annexes 12 (ensemble des essais des 2 sites) et 13 (valeurs moyennes des essais selon les couvertures : *Stylosanthes* et *Eleusine*, les valeurs de ces binômes ayant été calculé à l'annexe 11. Seules les valeurs correspondant aux parcelles ont été prises en considération (Bos Khnaor : parcelles Riz 3 et 7 variétés sur *Stylosanthes* ; Sahakreas : parcelles 8 et S4 avec riz sur *Eleusine* ; 9 et 10 : riz avec *Stylosanthes*).

On note une corrélation négative (coefficients de corrélation R^2 de 0,71 pour les valeurs intermédiaires et de 0,82 pour les valeurs moyennes, avec des pentes de l'ordre de -8 pour les 2 droites de régression) entre ces 2 critères. Cela signifie que plus il y a d'insectes, moins il y a de tiges de riz. L'explication de cette conclusion n'est pas évidente : soit les insectes se regroupent sur des sites peu denses végétativement, soit ils participent à la réduction de la densité ? C'est un sujet qui demande plus amples observations.

c/ comparaison des couvertures

Nos résultats ne nous permettent pas de conclure puisque que les comparaisons n'ont été significatives ni en nombre, ni en durée. Un élément toutefois ressort à partir des ravageurs potentiels. L'existence de 2 insectes nuisibles des racines de graminées (dans le cas présent : riz et *Eleusine*) : le puceron *Rhopalosiphum rufiabdominalis* et la cochenille *Dysmicoccus brevipes* risque d'être défavorables à la couverture à base d'*Eleusine*. Ce fait avait déjà été souligné par L. Séguy lors de sa tournée 2007 (cf. p. 80). Deux éléments sont également à analyser : la présence de ces 2 ravageurs en fonction : i/ de la nature du sol ; ii/ de la présence de certaines espèces de fourmis, capables de favoriser leur élevage, en les protégeant de leur antagonistes et/ou en exploitant leur miellat.

VI. PROPOSITIONS

A partir des résultats très préliminaires obtenus, on peut conclure que la compréhension du fonctionnement global de la bio-faune présente dans les systèmes agronomiques SCV demandera la mise en place d'observations ayant 2 finalités simultanées : i/ approfondissement de la connaissance de cette bio-faune, des réseaux trophiques qui sous-tendent leur présence et finalement de leur fonction dans les rendements obtenus ; ii/ mise en place de dispositifs de lutte contre les insectes nuisibles où la diversité végétale sera un des principes de base, dans la mesure où elle peut attirer les organismes utiles et repousser ceux qui sont nuisibles (techniques du Push-Pull, Cook, 2007).

Pour mener à bien ces activités, un premier programme est proposé, visant 2 objectifs : rôle précis des fourmis dans l'écosystème agronomique de Bos Khnaor et connaissance des espèces de hannetons potentiellement nuisibles (Bos Khnaor et Sahakreas), avec mise en place dans ce cas, d'un dispositif répulsif et d'étude de résistance variétale (Séguy, 2007). La réalisation pourrait utiliser les services d'étudiants de l'Université ou des Ecoles d'Agriculture, dans la mesure où les stages aient une durée minimum de 4 à 6 mois.

1. Rôle des fourmis

La constatation de la réduction des tiges de riz liée à la présence d'une densité croissante d'insectes demande confirmation. D'autre part, le faible niveau des dégâts foliaires (chenilles et criquets), malgré les conditions favorables reste largement inexpliqué. Ce double questionnement peut avoir une réponse dans le comportement omnivore de certaines espèces de fourmis. Les dispositifs permettant de montrer ce fait utiliseront des barrières en bois ou métal de 30 cm de haut, enduites de glu ou autre produit empêchant le passage des fourmis (Sanders et al., 2007). Ces enclos, placés après semis de riz, mesureront au moins 4 m² et seront répétés 8 fois dans la même parcelle.

On veillera à retirer manuellement toutes les fourmis dans les enclos sans fourmis, alors que l'on peut entourer une fourmilière avec un enclos dans le cas contraire. Par la suite, on comptera le nombre de tiges de riz, en notant et prélevant l'ensemble des organismes présents, selon un rythme bimensuel (veiller à repérer les organismes volants qui pourraient s'échapper de l'enclos au moment de l'observation : utilisation d'un filet ?). L'expérimentation sera faite entre semis et fin tallage (3 mois), avec comptage et rendement des panicules à la récolte.

Une étude identique devrait être faite sur le coléoptère de type *Gonocephalum* (photo 3) dont on connaît le rôle nuisible sur les semis de riz et de maïs en Afrique. A la Réunion, *G. alluaudi* s'attaque aux cotylédons du haricot lorsqu'ils sortent de terre. Il semble que ce genre se nourrisse de tissus végétaux frais. Une couverture végétale peut donc être favorable en déviant les attaques sur les jeunes pousses de la plante couverture plutôt que sur la culture elle-même

2. le problème des hannetons

Captures et détermination : C'est un des insectes référents qui a motivé la mission. Les espèces observées durant les comptages correspondent à des individus aux premiers stades larvaires (L1 et début L2), dont certains sont des Mélolonthinae, donc potentiellement ravageuses. Cependant la petite taille des larves indique, à priori, des espèces à faible capacité nuisible. Il est donc utile de vérifier ce fait en capturant manuellement ou au filet les espèces d'adultes qui se multiplient sur les sites de Bos Khnaor et de Sahakreas. En fonction de la taille, on doit pouvoir prévoir leur niveau de nuisibilité.

Un protocole, mêlant présence de végétal susceptible d'écarter les hannetons (communication L. Séguy, 2008) et utilisation de leur comportement, est indiqué en annexe 15.

3. Rôle des bordures et du rôle 'attractif/répulsif' des couvertures

Dans son rapport 2007, L. Séguy conseille d'utiliser des bordures à base de Bana Grass et d'*Arachis pintoï* (p. 82), arguant que le premier attire les prédateurs des ravageurs et le second, attire les punaises piqueuses des graines de type *Nezara*. Ce sont des aspects intéressants de la technique du Push-Pull dont on peut fournir un protocole si la demande en est faite.

De même, il recommande (p. 23) d'installer et de pérenniser des couvertures mono spécifiques (une dizaine d'espèces, 200 m² par couverture) et leur mélange (jusqu'à 4 espèces). On a vu que l'*Eleusine* seule n'est sans doute pas à retenir ; en revanche, en mélange, tout redevient possible. La mise en place de ces parcelles est lourde, car elles doivent être suivies systématiquement par l'identification des pontes, la concentration d'insectes et de leurs dégâts potentiels en première année afin de conclure à leurs avantages et inconvénients en matière de contrôle des ravageurs. En 2^{ème} année, il propose que la moitié des surfaces soit semée en riz sans traitement des semences pour estimer les vrais dégâts. En tout logique, ceux-ci devraient confirmer les résultats des comptages de l'année précédente.

On suppose également, que cette technique sera également utilisée pour déceler les systèmes avec moins ou plus de maladies. Pour mener à bien ce genre d'observations, il est important de requérir l'aide d'étudiants à qui serait confiée une famille de couverture, pour un problème phytosanitaire donné (insecte ou maladie) et ceci sur 2 ans minimum.

En revanche, le conseil de traiter avec des champignons efficaces (*Metarhizium* ou/et *Beauveria*) se heurtera à la spécificité des entomopathogènes envers leur hôte. Cette spécificité doit être entendue non au niveau du laboratoire, mais au niveau du terrain. En effet, au laboratoire, on peut avoir des impressions d'action efficace des champignons compte tenu de la méthodologie utilisée (trempage dans des solutions de spores), qui ne se reconfirmeront **jamais** en conditions naturelles. En plus, maintenir leur action à partir de production industrielle se heurterait à des pertes d'efficacité par manque de réactivation régulière sur l'hôte primitif.

Il me paraît important de s'en tenir à des régulations naturelles, à la fois plus simples à l'usage, moins onéreuses, même si plus difficiles à trouver.

4. Résistance variétale

Dans le même rapport (p. 78), L. Séguy note des sensibilités différentes des riz Sebota aux ravageurs des racines : la SBT 43 se montre plus résistante et la SBT 281, plus sensible. Ces observations sont à poursuivre en adoptant également une méthode de comptage systématique de ravageurs du sol au moment de la récolte des essais riz.

VII. CONCLUSIONS

Les développeurs des SCV sont rejoints par les nouveaux tenants d'une agriculture écologique qui nomment cette nouvelle aventure du nom de « Agro-Ecologie »¹. On ne peut qu'être satisfait de cette évolution et du renforcement de cette volonté de respecter la Nature, tout en utilisant ses produits et en élevant l'échelle d'organisation du milieu au niveau du terroir ou de la région homogène (Bianchi et al., 2006 ; Dalgaard et al., 2003), nécessitant l'accord et la participation des exploitants (Warner, 2005).

Les recherches holistiques (démarche qui consiste à replacer les cultures dans un réseau complexe d'interactions) et heuristiques (qui aide à la recherche et à la découverte) qui débute la mise au point des SCV par les agronomes dans un lieu donné arrivent à offrir des systèmes agronomiques en état de marche plus ou moins résilient (qui résiste à de nombreux effets négatifs de certaines interactions).

Nous avons vu que les insectes nuisibles peuvent perturber ces systèmes et des voies de recherches ont été proposées :

- i/ rôle des fourmis dans la gestion des semences plantées ;
- ii/ approfondissement des espèces de hannetons, avec déjà une étude de leur comportement vis-à-vis de plantes potentiellement répulsives ;
- iii/ approfondissement du rôle de la biodiversité végétale des bordures et des couvertures, seules ou en mélange dans la dynamique des insectes ravageurs (principe du Push/Pull) ;
- iv/ utilisation de la résistance variétale pour minimiser les attaques d'insectes.

Ce n'est qu'un début d'action qui a utilisé les premières observations d'une mission courte et les conseils d'un initiateur expérimenté des techniques des SCV.

Il est très important de recourir à l'aide de nombreux étudiants, avec avantage réciproques, important de voir l'évolution de ces premières recherches thématiques, mais bien intégrées afin de pouvoir ré-agir en connaissance de cause.

¹ Définition de l'Agro-écologie : Rétablir les équilibres naturels au sein des agro systèmes en s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels. Autrement dit : favoriser la biodiversité animale et végétale sur la parcelle agricole pour éviter les pullulations de ravageurs et ne plus recourir aux pesticides (ou seulement en dernier recours).

A N N E X E S

ANNEXE 1 - LOCALISATION DE LA MISSION et de la ZONE ETUDIÉE	16
ANNEXE 2 - EMPLOI DU TEMPS	17
ANNEXE 3 - PERSONNES RENCONTREES	18
ANNEXE 4 : Fiche de relevé insectes riz	19
ANNEXE 5 : Riz (3 variétés) + Stylo – Bos Khnaor, 5/8/2008	20
ANNEXE 6 – Riz (7 variétés) + <i>Stylo</i> Bos Khnaor, 6/8/2008	22
ANNEXE 7 - Riz + Eleusine Bos Khnaor, 6/8/2008	26
ANNEXE 8 – Riz – Sahakreas, 7/8/2008	27
ANNEXE 9 – RECAPITULATION DES PRELEVEMENTS – Bos Khnaor, 5 et 6/8/2008	31
ANNEXE 10 – RECAPITULATION DES PRELEVEMENTS – Sahakreas, Secteur Chamcar Loeu, 7/8/2008	31
ANNEXE 11 – RESULTATS DES PRELEVEMENTS – CAMBODGE 2008	32
ANNEXE 12 : Relation entre nombre d’insectes/tige et nombre de tiges/20 cm (valeurs intermédiaires)	33
ANNEXE 13 : Relation entre nombre d’insectes/tige et nombre de tiges/20 cm (valeurs moyennes des essais)	33
ANNEXE 14 - LISTE DES ARTHROPODES DETERMINES AU NIVEAU DU GENRE ET DE L’ESPECE	34
ANNEXE 15/16 – RECONNAISSANCE de QUELQUES FOURMIS & COMRTEMENT	38/39
ANNEXE 17- NOTE SUR LA CAPTURE DES ADULTES DE VERS BLANCS OU HANNETONS ET SUR l’EFFET DISSUASIF VEGETAL	40
ANNEXE 18 - QUELQUES PHOTOS	43
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	46

ANNEXE 1 - LOCALISATION DE LA MISSION et de la ZONE ETUDIÉE

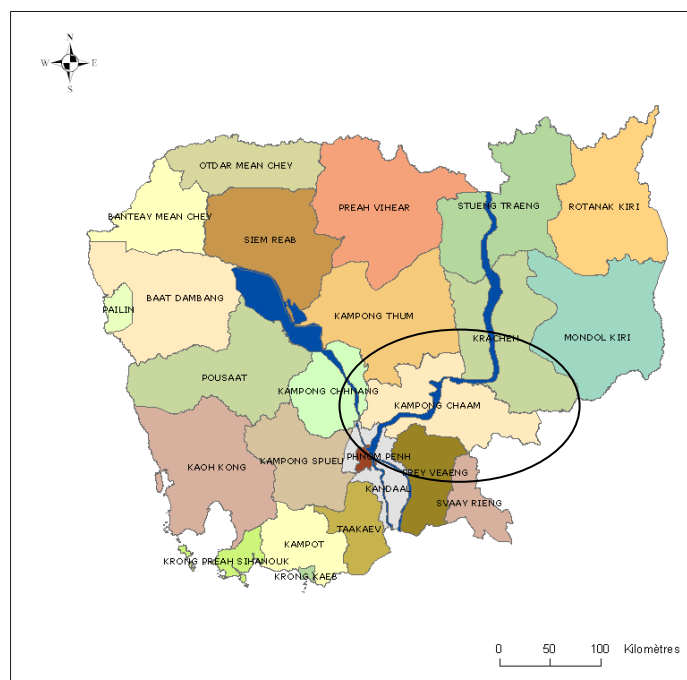


Fig 1 : Carte des limites provinciales du Cambodge., la zone d'intervention étant comprise dans le cercle (Jacqmin et Pinot, 2007)

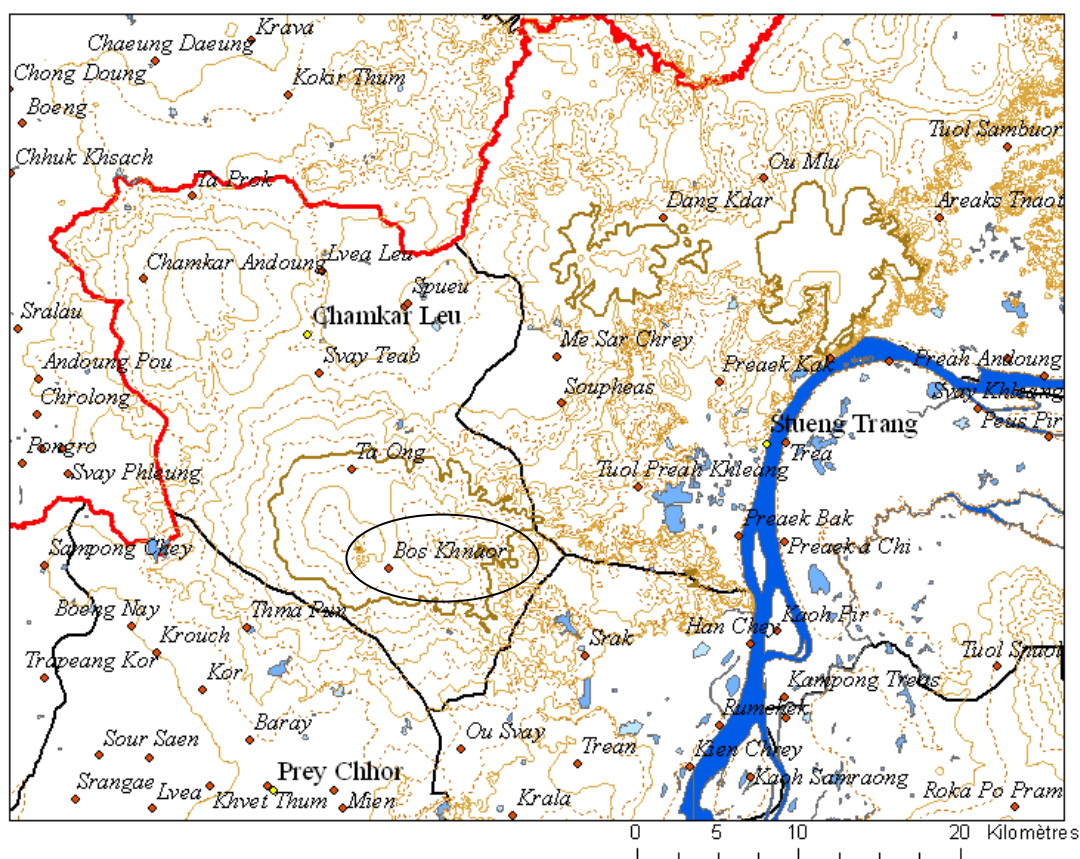


Fig 2 : Carte détaillée de la zone d'intervention (Jacqmin et Pinot, 2007), avec mention de la station où se sont poursuivis l'essentiel des observations

ANNEXE 2 - EMPLOI DU TEMPS

Mardi 29 juillet : Départ Montpellier (AF7683) : 13h40 – Arrivée Paris : 15h10 – Départ Paris (AF 174) : 19h20.

Mercredi 30 juillet : Arrivée Bangkok : 11h45 – Départ Bangkok (TG 698) : 17h30 – Arrivée Phnom Penh : 18h45. Contact à l'aéroport avec Stéphane BOULAKIA. Hébergement Hôtel « Frangipani Villa ».

Jeudi 31 juillet au Samedi 2 août : Départ pour Kampong Cham. Information sur le Projet Hévéculture Familiale (PHF) et sa composante « Diversification des cultures ». Initiation aux techniques des SCV. Visites des sites expérimentaux et de démonstration (Station de Bos Khnaor, Matrice de Sahakreas (Terres Rouges), Matrice de Korksrok (Terres Noires), Station IRCC ; visites de parcelles de démonstration ou paysannes [Ta Pom, Ta Prok, Samport, Dom Bos, Chong Chea (rizières pluviales)...].

Lundi 4 août : Rencontre avec l'Université Royale d'Agriculture, de l'Equipe Australie/Cambodge travaillant sur programme IPM et du programme IPM de la FAO, en liaison avec les travaux de J. BOYER. Départ pour Kampong Cham.

Mardi 5 au Vendredi 7 août : Echantillonnage sur les parcelles de riz et maïs, avec couvertures *Stylosanthes*, *Digitaria* ou *Eleusine* (Bos Khnaor, Matrice de Sahakreas) (avec l'aide de 3 équipes de 2 personnes). Prélèvement manuelle ou au filet de nombreux arthropodes pour observation et détermination de leur fonction au laboratoire. Retour Phnom Penh.

Samedi 8 août : Documentation sur le Projet Hévéculture Familiale (2004-2006).

Octobre 2008 à Janvier 2009 : Exploitation des résultats

ANNEXE 3 - PERSONNES RENCONTREES

BOLLIGER A. : Conseiller en R/D à l'Université Royale d'Agriculture (German Development Service in Cambodia)

BOULAKIA S. : Agronome, Animateur de la Composante SCV dans le PHF

BOYER J. : Agronome, Chercheur en SCV, Kasetsart University, Bangkok (Thaïlande)

CHEA Heng : technicien, Bos Khnaor (Groupe I)

CHHIT Kimchhorn : Responsable Secteur du Projet (Kork Srok)

CHOU CHEYTHYRITH : Coordinateur du Projet d'IPM de la FAO

CHUONG Sophal : Directeur de l'Université Royale d'Agriculture

CUPITT D.A. : Consultant en Agriculture, Vegetable IPM Programme Cambodia

KOU Phâilly : Responsable Composante Diversification des Cultures dans le Projet Hévéaculture Familiale.

LENG Vira : Chef de Secteur projet, Chankar Leu

MAK CHANG Ratana : Etudiant à l'Université de Phnom Penh (Groupe III)

MORCOS J. : Mission Aide et de Coopération

POEUNG SEREY Houch : technicien – fonctionnaire, Bos Khnaor (Groupe I)

THY Thoeun : Technicien, Bos Khnaor (Groupe II)^o

TY CHEA Heng :

TY KEANG Heng : Etudiante, Bos Khnaor (Groupe II)

SAN SONA : Chef du Secteur de la diffusion et de la diversification agricole

SAR Veng : Technicien, Bos Khnaor (Groupe III)

SOUN CHANDARA : Spécialiste hévéaculture et responsable des pépinières (IRCC)

ANNEXE 4

Fiche de relevé insectes riz (dont vers blancs, pucerons des racines et foreurs des tiges)

DATE : _____				LIEU, _____				Propriétaire : _____							
CULTURES actuelles (date de semis, stade végétatif, précédent)															
SYSTEMES de Cultures															
DESCRIPTIF environnement															
(1) si pucerons des racines, indiquer la classe : 1= 1à 25 individus ; 2 = 26 à 50 ; 3 = 50 à100 ; 4= > 100															
N° s-s-parc réf. Prél	N° tige poquet	S ou A	Présence insecte (1)				OBSERVATIONS (autres organismes)	N° s-s-parc réf. Prél	N° tige poquet	S ou A	Présence insecte				OBSERVATIONS (autres organismes)
			V	M	P	si(1)					V	M	P	si	

ANNEXE 5 : Riz (3 variétés) + Stylo (22 lignes d'environ 154 m, divisées en 4 sous-parcelles égales, 2 par fumure (F1 et F0) – Bos Khnaor, 5/8/2008

fumure	n° variété	n° groupe	prélèvement : lignex nb pas	nb tige	gastéro	annélide	arachnide		myriapode	blattoptéroïdes		orthopt	dermapt	hémiptères		coléop	hymeno	lépido	dipt
							araignée	acari		blatte	termite			homo	hetero		fourmi		
F1	V1	I	2 – 32	15													2		
		II	9 – 10	12															
		III	11 – 11	9		1	1 + ω 1		3								1+++	2	
I		9 – 31	6		1	1 + ω											1		
II		16 – 3	23					5 3	1										
III		13 – 16	8																
			ΣF1V1	73	0	2	3+2ω	0	11	1	0	0	0	0	0	0	3+++	3	0
F0		I	6 – 17	8	2		2 + ω			1									
		II	3 – 11	13		1	1									1		1	
		III	17 – 3	15															
		I	5 – 26	9			3			2						1	ω		
II	10 – 4	21			1 + ω		2								1				
III	17 – 9	26			2		1												
			ΣF0V1	92	2	1	9+2ω	0	3	3	0	0	0	0	0	3	ω	1	0
			Σ V1	165	2	3	12+4ω	0	14	4	0	0	0	0	0	3	3+++ω	4	0
F0	V2	I	4 – 9	7														1	
		II	22 – 8	11			1		3								2		
		III	9 – 17	13			1		1										
I		9 – 18	11					1											
II		18 – 3	12	1	2				1			1				2	2		
III		5 – 6	6						1										
			ΣF0V2	60	1	2	2	0	5	2	0	0	1	0	0	0	4	3	0
F1		I	10 – 29	13	1		1 + ω			1							1+++		
		II	16 – 8	6			1		5							2		1	
		III	7 – 3	5					2										
I	2 – 18	11													1	1++ω			
II	10 – 24	19	1																
III	17 – 9	12																	
			ΣF1V2	66	2	0	2 + ω	0	7	1	0	0	0	0	0	3	6+++ω	1	0

		Σ V2		126	3	2	4 +ω	0	12	3	0	0	1	0	0	3	10++ω	4	0
F1	V3	I	11 – 8	14															
		II	17 – 4	13						1									
		III	20 – 32	13			1			2									
F0		I	12 – 8	7													3		
		II	8 – 25	12		1				1							1	1	
		III	11 -3	13			1		1								1		
			ΣF1V3	72	0	1	2	0	1	4	0	0	0	0	0	0	4	1	0
		I	17 – 16	14			1										1		
		II	5 – 42	18					3					1				1	
		III	16 – 24	11			1			1							1	1	
		I	4 – 44	8						2									
		II	22 – 4	11			1								1		1		
		III	8 – 25	13													1		
		ΣF0V3	75	0	0	3	0	3	3	0	0	1	0	1	0	3	2	0	
		ΣV3	147	0	1	5	0	4	7	0	0	1	0	1	0	7	3	0	
Somme des 3 variétés				438	5	6	21+5ω	0	30	14	0	0	2	0	1	6	16++2ω	11	0

Nota :

- le signe ‘+++’ signifie qu’il y a plusieurs individus du même taxon en même temps, mais on n’en compte qu’un à priori (fréquent pour les fourmis, les araignées et les termites ;
- le signe ‘ ω ’ veut dire : individu présent avec des œufs ou ω tous seuls parfois (fréquent avec les araignées)
- présence de 13 individus non précisés, dont 5 ‘worms’ et 2 ω ? (V1F1 : 2 ; V1F0 : 2 ω ? ; V2F0 : 5 ; V2F1 : 2 ; V3F1 : 2 ; V3F0 : 1)

ANNEXE 6 – Riz (7 variétés) + *Stylo* (248 mx30 m, divisé en 4 sous-parcelles égales – V1 : 6 lignes ; V2 : 6 lignes) – Bos Khnaor, 6/8/2008

fumure	n° vari été	n° groupe	prélèvement : lignex nb pas	nb tige	gastéro	annélide	arachnide		myriapode	blattoptéroïdes		orthopt	dermap t	hémiptères		coléo p	hyméno fourmis	lépido	dipt
							araignée	acari		blatte	termite			homo	hetero				
F1	V1	IA	3 – 9	8			1			1						1	1		
		IB	5 – 52	10			2		1										
		IIC	4 – 25	9	2				1										
		IID	9 – 2	9	2				1										
			ΣV1 F1	36	4	0	3	0	3	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
F0		IIIE	6 – 35	7	1		1		1							1	1		
		IIIF	4 – 26	6		1									1				
		IVG	3 – 4	4					3	1							1+++		
		IVH	2 – 45	4	1		4												
			ΣV1 F0	21	2	1	5	0	4	1	0	0	0	0	1	2	2+++	0	0
		Σ V1		57	6	1	8	0	7	2	0	0	0	0	1	3	3+++	0	0
F1	V2	IA	2 – 28	10			1		1								1		
		IB	6 – 46	15		2	2		1	1						1			
		IIC	5 – 15	15		2			3										
		IID	3 – 1	13					1	1									
			ΣV2 F1	53	0	4	3	0	5	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0
F0		IIIE	4 – 17	9			1			2						2			
		IIIF	2 – 52	17			1		1							1			
		IVG	3 – 6	14					1	2		1							
		IVH	5 – 27	7	1		1												
			ΣV2 F0	47	1	0	3	0	2	4	0	1	0	0	0	3	0	0	0
		Σ V2		100	1	4	6	0	7	6	0	1	0	0	0	4	1	0	0

Nota : présences de 14 individus ‘worms ‘ et ‘larvae’ non précisés, probablement des chenilles (V1F1 : 8 ; V1F0 : 1 ; V2F1 : 2 ; V2F0 : 3)

ANNEXE 6 (suite 1) –Riz (7 variétés) + *Stylo* (248 mx30 m, divisé en 4 sous-parcelles égales – V3 : 11 lignes ; V4 : 6 lignes) – Bos Khnaor, 6/8/2008

fumure	n° variété	n° groupe	prélèvement : lignex nb pas	nb tige	gastéro	annélide	arachnide		myriapode	blattoptéroïdes		orthopt	dermapt	hémiptères		coléop	hyméno fourmi	lépido	dipt
							araignée	acari		blatte	termite			homo	hetero				
F1	V3	IA	5 – 25	9			2										1		
		IB	8 – 23	9		2	1		3										
		IIC	7 – 24	8		3			1										
		IID	2 – 18	4			1		2										
			ΣV3 F1	30	0	5	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
F0		IIIE	3 – 2	11					2							1	1		
		IIIF	6 – 6	7					2								1	1	
		IVG	4 – 56	6			1		1							1			
		IVH	5 – 2	9	1		2		1										
			ΣV3 F0	33	1	0	3	0	6	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0
		Σ V3		63	1	5	7	0	12	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0
F1	V4	IA	5 – 63	7			1		1	1							1		
		IB	2 – 6	8			1		2	1					1				
		IIC	4 – 35	?	1				3										
		IID	3 – 26	3	1				2										
			ΣV4 F1	24	2	0	2	0	8	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0
F0		IIIE	5 – 35	7	1				1							1	1		
		IIIF	2 – 5	10	2	2	1		1							1			
		IVG	3 – 16	9						1								1	
		IVH	4 – 5	8			2		1	1									
			ΣV4 F0	34	3	2	3	0	3	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0
		Σ V4		58	5	2	5	0	11	4	0	0	0	0	1	3	2	1	0

Nota : présence de 7 individus non précisés (7 ‘worms’ : V3F1 : 3 ; V3F0 : 4 ; V4F1 et V4 F0 : 0)

ANNEXE 6 (suite 2) - Riz (7 variétés) + *Stylo* (248 mx30 m, divisé en 4 sous-parcelles (62 m de long ; V5 : 5 ligne ; V6 : 28 ligne) – Bos Khnaor, 6/8/2008

fumure	n° variété	n° groupe	prélèvement : lignex nb pas	nb tige	gastéro	annélide	arachnide		myriapode	blattoptéroïdes		orthopt	dermapt	hémiptères		coléop	hyméno	lépido	dipt	
							araignée	acari		blatte	termite			homo	hetero		fourmi			
F1	V5	IA	2 – 27	7					3	1							1			
		IB	4 – 52	6		1			2											
IIC		7 – 17	10	1	1	1		1								1				
IID		3 – 6	6	1				1	1											
			ΣV5 F1	29	2	2	1	0	7	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
F0		IIIE	1 – 17	9	1		1+1ω										1	2		
		IIIF	5 – 8	6		2		1												
		IVG	5 – 17	14		1		2									1	1		
IVH		2 – 6	11	2		1		1												
		ΣV5 F0	39	3	3	2+1ω	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	
			Σ V5		68	5	5	3+1ω	0	11	2	0	0	0	0	3	2	2	0	
F1	V6	IA	29 – 9	9	1				1	1					0		6			
		IB	5 – 24	13		3	1			1										
IIC		8 – 35	8	1		2		1			1									
IID		2 – 52	7					2	1											
			ΣV6 F1	37	2	3	3	0	4	3	0	1	0	0	0	0	6	0	0	
F0		IIIE	12 – 17	8	3		4		2							2		1		
		IIIF	3 – 27	8		1		1												
		IVG	3 – 17	20										1						
IVH		12 – 17	12			1		1							1		2			
		ΣV6 F0	48	3	1	5	0	4	0	0	0	0	0	1	0	3	0	3	0	
			Σ V6		85	5	4	8	0	8	3	0	1	0	1	0	3	6	3	0

Nota : présence de 4 individus non précisés (3 ‘worms’ et 1 ‘de’ (V5F1 : 2 ; V5F0 : 1 de ; V6F1 : 1 ; V6F0 : 1))

ANNEXE 6 (suite 3)- Riz (7 variétés) + *Stylo* (248 mx30 m, divisé en 4 sous-parcelles (62 m de long, 7 lignes) – Bos Khnaor, 6/8/2008

fumure	n° variété	n° groupe	prélèvement lignex nb pas	nb tige	gastéro	annélide	arachnide		myriapode	blattoptéroïdes		orthopt	dermapt	hémiptères		coléop	hyméno	lépido	dipt
							araignée	acari		blatte	termite			homo	hetero		fourmi		
F1	V7	IA	5 – 43	11	1											1		3	
		IB	4 – 5	16		1	1				2								
		IIC	4 – 17	8		2			1								1	2	
IID		2 – 6	3	1															
			ΣV7 F1	38	2	3	1	0	1	0	2	0	0	0	0	2	2	3	0
F0		IIIE	1 – 52	4	2		3		1								1		
		IIIF	2 – 4	5		1	1		3										
		IVG	3 – 35	16												2			
IVH		2 – 52	15			1		1								3			
		ΣV7 F0	40	2	1	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0
		Σ V7		78	4	4	6	0	6	0	2	0	0	0	0	4	6	3	0
Somme des 7 variétés				509	27	25	43+1ω	0	62	17	2	2	0	1	2	22	23+++	10	0

Nota : présence de 4 individus non précisés : ‘worms’ (V7F1 : 2 ; V7F0 : 2)

ANNEXE 7 - Riz + Eleusine (bordures divisées en 4 sous-parcelles de 13, 5 m x 3 m) – Bos Khnaor, 6/8/2008

n° groupe	prélèvement : lignex nb pas	nb tige	gastéro	annélide	arachnide		myriapode	blattoptéroïdes		orthopt	dermapt	hémiptères		coléop	hyméno fourmi	lépido	dipt
					araignée	acari		blatte	termite			homo	hetero				
I	36 – 2 4 – 2 35 – 2 8 – 2	5 8 7 2			1+ω										1+++ 2 1 2+++ω		
	14 – 1 45 – 1 29 – 1 36 – 1	4 8 3 4	1+++	1	1+++			1							2 1+++		
	Σ Gr I	41	1+++	1	2+++ω	0	0	1	0	0	0	0	0	0	9+++1ω	0	0
II	14 – 2 29 – 2 6 – 2 39 – 2	3 5 1 3	1 1		1 1 1 1		1 1 1								1 1+ω		
	27 – 1 4 – 1 45 – 1 14 – 1	8 4 2 5	3		2		1 1							1 1			
	Σ Gr II	31	5	0	6	0	5	0	0	0	0	0	0	1	4+ω	0	0
III	45 – 2 36 – 2 12 – 2 17 – 2	2 3 1 2			1	1								5	1 1		
	6 – 1 17 – 1 17 – 1 16 -1	5 4 3 4	1				1							1	1 2 2		
	Σ Gr III	24	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6	7	0	0
Somme 3 groupes		96	7+++	1	9+++1ω	1	6	1	0	0	0	0	0	7	20++++2ω	0	0

Nota : présence de 7 individus non précisés (3 ? + 1 Deroptera+1 Micro + 1 SA + 1CR (I : 3 ? + 1 Deroptera + 1 Micro ; II : 1 Sa + 1 CR ; III : 0)

ANNEXE 8 - Riz (parc. 8 : 36 lignes et parc. 9 : ?, d'environ 53,5 m, divisée en 3 sous-parcelles (F0 à F2) (17 m de long) – Sahakreas, 7/8/2008

fumure	n° parc.	N° groupe	prélèvement : lignex nb pas	nb tige	gastéro	annélide	arachnide		myriapode	blattoptéroïdes		orthopt	dermapt	hémiptères		coléop	Hyméno	lépido	dipt
							araigné	acari		blatte	termite			homo	hetero		fourmis		
F0	8 Riz <i>Eleu</i>	G1	8 – 5	2						4							5		
		G2	2 – 2	4						3							1		
		G3	12 – 8	5						2					1		1		
			Σ8 F0	11	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	1	0	6	0	0
F1		G1	7 – 7	6						1						1	5		
		G2	4 – 3	6		1	1		1	1+++						1	1		
		G3	34 – 10	5						1						1	2		
		Σ8 F1	8	0	1	1	0	1	3+++	0	0	0	0	0	2	8	0	0	
F2		G1	35 – 8	2						2						1	4		
		G2	23 – 14	7		1			1	1							1		
		G3	12 – 6	7													1		
		Σ8 F2	16	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	6	0	0	
			Σ parcelle 8		44	0	2	1	0	2	15+++	0	0	0	0	1	3	20	0
F0	9 Riz <i>Styl</i>	G1	9 – 2	5		0		1	1	5						1	2		
		G2	13 – 6	7												1			
		G3	2 – 5	7															
			Σ9 F0	19	0	0	0	1	1	5	0	0	0	0	0	1	23	0	0
F1		G1	16 – 9	5				1		3						2	2		
		G2	11 – 6	7			3	1	1							6			
		G3	21 – 2	3			1			1							1		
		Σ9 F1	15	0	0	4	2	1	4	0	0	0	0	0	7	3	0	0	
F2		G1	4 – 9	6			1	3	1	1						1	3	1	
		G2	10 – 8	6			1	5								1	1+++	2	
		G3	21 – 5	4			1			1							1	2	
		Σ9 F2	16	0	0	3	8	1	2	0	0	0	0	0	2	5+++	5	0	
			Σ parcelle 9		50	0	0	7	11	3	11	0	0	0	0	1	10	10++	5

Nota : présence de 4 individus non précisés : parc. 8 : 8F1 : 1 ; parc. 9 : 9F2 : 3 ; parmi les coléoptères, une larve de ver blanc parc. 9, F1

ANNEXE 8 (suite 1)- Riz (parc.10 ? lignes d'environ 53,5 m, divisées en 3 sous-parcelles (F0 à F2) (17 m de long) – Sahakreas, 7/8/2008

fumure	n° parc.	N° groupe	prélèvement : lignex nb pas	nb tige	gastéro	annélide	arachnide		myriapode	blattoptéroïdes		orthopt	dermapt	hémiptères		coléop	Hyméno	lépido	dipt
							araignée	acari		blatte	termite			homo	hetero		fourmis		
F0	10 Riz + <i>Styl</i>	G1	23 – 9	1			3	1+++											
		G2	12 – 5	7			1			1				1					
G3		7 – 10	6				1		1	1									
			Σ10 F0	14	0	1	7	3+++	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0
F1		G1	7 – 11	5			3	1							0			1	
		G2	28 – 8	20			1				1							1	
		G3	4 – 8	5			2	1		1								1	
			Σ10 F1	30	0	0	6	2	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0
F2		G1	26 – 6	6			3			1							2		
		G2	2 – 12	16			2		1								2	1	
		G3	18 – 5	5			1	1	1	1			1					3	
			Σ10 F2	27	0	0	6	1	2	2	0	0	1	0	0	4	4	0	0
			Σ Parcelle 10		71	0	1	19	6+++	2	5	2		1	1	0	4	6	0

ANNEXE 8 (suite 2)- Riz (parc. S4 : 15 lignes d'environ 53,3 m, divisée en 3 sous-parcelles (F0 à F2) (17 m de long) – Sahakreas, 7/8/2008

fumure	n° parc.	N° groupe	prélèvement : lignex nb pas	nb tige	gastéro	annélide	arachnide		myriapode	blattoptéroïdes		orthopt	dermapt	hémiptères		Coléop	Hyméno	lépido	dipt
							Araignée	acari		blatte	termite			homo	hetero		fourmis		
F0	S4 Riz + Eleu	G1	7 – 3	22			1									1	1		1
		G2	2 – 13	16			2			6						3	2		
		G3	19 – 7	9												2			
			Σs48 F0	47	0	0	3	0	0	6	0	0	0	0	0	6	3	0	1
F1		G1	13 – 17	2				1		7						1			
		G2	4 – 8	24		1	1		1	4				1		2	1		
		G3	5 – 1	10			1	1		3					2	1			
		Σs4 F1	36	0	1	2	2	1	14	0	0	0	1	0	5	2	0	0	
F2		G1	7 – 2	9			3			2	1+++	1				5	3		
		G2	6 – 8	12			1							6		1	1		
		G3	9 – 9	9															
		Σs4 F2	30	0	0	4	0	0	0	2	1+++	1	0	6	0	6	4	0	0
		Σ parcelle S4 (Répétition 1)		113	0	1	9	2	1	22	1+++	1	0	7	0	17	9	0	1
F0	S4 Riz + Eleu	G1	4 – 7	10		1			1									1	
		G2	16 – 2	18						2						8			
		G3	14 – 9	3						1						1			
		Σ9F0	31	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	9	0	1	0	
F1		G1	6 – 6	9												3			
		G2	9 – 2	5			1			5	15						1		
		G3	3 – 10	11															
		Σ9 F1	25	0	0	1	0	0	5	15	0	0	0	0	3	1	0	0	
F2		G1	8 – 5	1															
		G2	4 – 8	15			1			1							1		
		G3	4 – 16	15						1								4	
		Σ9 F2	31	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	4	0
			Σ parcelle S4 (Répétition 2)		87	0	1	2	0	1	10	15	0	0	0	0	12	2	5
		Σparcelle S4		200	0	2	11	2	2	32	16+++	1	0	7	0	12	11	5	1

Nota : présence de 1 individu non précisé : parc.S4 (2^{ème} répétition) F2 ; parmi les coléoptères, une larve de ver blanc (2^{ème} répét., F0)

ANNEXE 8 (suite3) - Riz + *Eleusine* : prélèvement spécial pucerons des racines – Sahakreas, 7/8/2008

n° échantillon	nb tiges	gastéro	annélide	arachnide		myriapode	blattoptéroïdes		orthopt	dermapt	hémiptères		coléop	Hyméno	lépido	dipt
				araignée	acari		blatte	termite			homo	hetero		Fourmis		
1	6				1	2	1	1+++		2+ω			5		1	
2	6			4	1	3				1			11	2	1	1
3	10				1	2				1	3		5	1		
4	4			3		3				2	1		1	1		
	26	0	0	7	3	10	1	1+++	0	6+ω	4	0	22	4	2	1

Nota : sur les 22coléoptères, présence de 7 vers blancs

ANNEXE 9 – RECAPITULATION DES PRELEVEMENTS – Bos Khnaor, 5 et 6/8/2008

parcelle	nb tige	gastéro	annélide	arachnide		myriapod e	blattoptéroïdes		ortho pt	dermapt	hémiptères		coléo p	hyméno fourmi	lépid o	dipt
				araignée	acari		blatte	termite			homo	hetero				
Riz (3 var.)	438	5	6	21+5ω	0	30	14	0	0	2	0	1	6	16++2ω	3	0
Riz (7 var.)	509	27	25	43+1ω	0	62	17	2	2	0	1	2	22	23+++	10	0
Riz Eleusine	96	7+++	6	9+++1ω	1	6	1	0	0	0	0	0	7	20+++2ω	0	0
Somme	1 043	39+++	37	73++7ω	1	98	32	2	2	2	1	3	35	59++++4ω	13	0
rang		4 ^{ème}	4 ^{ème}	2 ^{ème}		1 ^{er}	4 ^{ème}	10 ^{ème}	10 ^{ème}	10 ^{ème}	9 ^{ème}		4 ^{ème}	3 ^{ème}	8 ^{ème}	

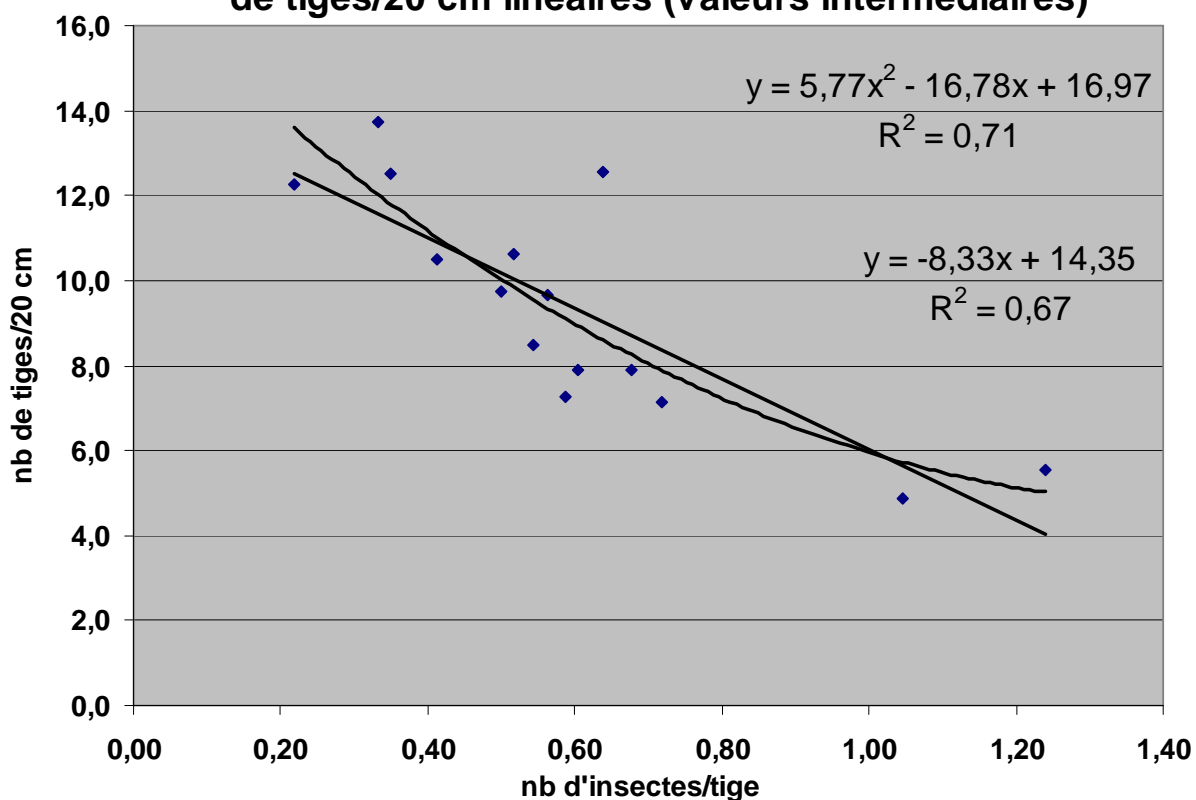
ANNEXE 10 – RECAPITULATION DES PRELEVEMENTS – Sahakreas, Secteur Chamcar Loeu, 7/8/2008

n° parcelle	nb tige	gastéro	annélide	arachnide		myriapod e	blattoptéroïdes		ortho pt	dermapt	hémiptères		coléo p	hyméno fourmi	lépid o	dipt
				araignée	acari		blatte	termite			homo	hetero				
8	44	0	0	1	0	2	15+++	0	0	0	1	0	3	20	0	0
9	50	0	0	7	11	3	11	0	0	0	0	0	11	10+++	5	0
10	71	0	1	19	6+++	2	5	2	0	1	1	0	4	6	0	0
S4R1	113	0	2	10	2	1	22	1+++	1	0	7	0	17	9	0	1
S4R2	87	0	0	5+++	0	1	10	15	0	0	0	0	12	2	5	0
Eleusine	26		0	7	3	10	1	1+++	0	6+ω	4	0	22	4	1	1
Somme	391	0	3	49+++	22+++	19	64++	19+++	1	7+ω	12	0	69	51+++	11	2
rang			10 ^{ème}	1 ^{er}		5 ^{ème}	2 ^{ème}	5 ^{ème}	10 ^{ème}	9 ^{ème}	7 ^{ème}		2 ^{ème}	4 ^{ème}	7 ^{ème}	

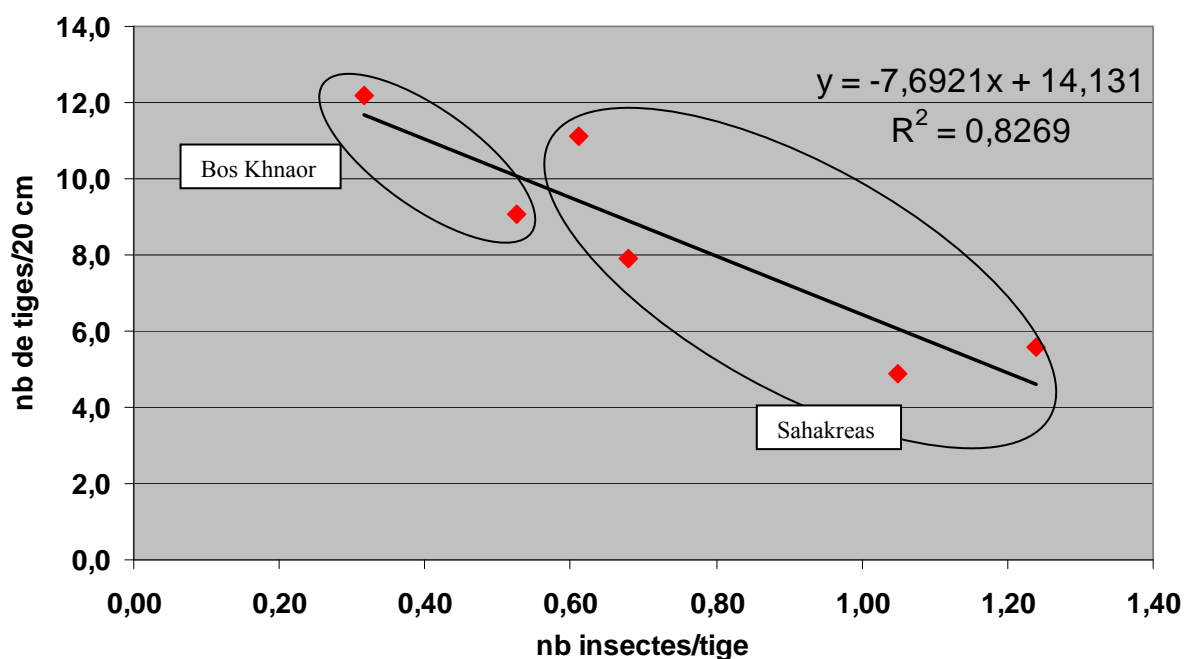
Annexe 11 – RESULTATS DES PRELEVEMENTS : ratios insectes/tige et influence sur nombre de tiges/20 cm de ligne – CAMBODGE 2008

Site	culture	Couverture	parcelle	nb tige	nb insecte			ratio insecte/tige	nombre prélèvement	nombre tige par 20 cm	organismes dominants	
					déterminé	non dét.	Total					
Bos Khnaor	Riz	Eleusine	nd	41	19	5	24	0,59	8	5,1		
				31	22	2	24	0,77	8	3,9		
				24	17	0	17	0,71	8	3,0		
	□ Eleusine			96	58	7	65	0,68	24	4,0	fourmi (39,7%), araignées (19,0%) gastéropodes 13,8%)	
	□											
	Riz 3 var.	Stylo	V1	165	51	4	55	0,33	12	13,8		
			V1	126	45	7	52	0,41	12	10,5		
			V3	147	29	3	32	0,22	12	12,3		
	□ 3 var.			438	125	14	139	0,32	36	12,2	myriap. (21,3%), araignées (18,4%) fourmis (13,5%)	
	□											
	Riz 7 var.	Stylo	V1	57	32	9	41	0,72	8	7,1		
			V2	100	30	5	35	0,35	8	12,5		
			V3	63	31	7	38	0,60	8	7,9		
			V4	58	34	0	34	0,59	8	7,3		
			V5	68	34	3	37	0,54	8	8,5		
			V6	85	42	2	44	0,52	8	10,6		
			V7	78	35	4	39	0,50	8	9,8		
	□ 7var.			509	238	30	268	0,53	56	9,1	myriap. (26,1%), araignées (18,5%) gastéropodes (11,3%)	
	□											
	□ stylo			947	361	44	405	0,43	92	10,3	myriap. (26,8%), araignées (19,0%) fourmis (10,4%)	
	□											
	Sahakreas	Eleusine		nd	26	62	0	62	2,38	4	6,5	coléoptère (35,5%), myriapode (16,1%),
		Riz	Eleusine	8	44	45	1	46	1,05	9	4,9	fourmis (45,5%), blatte (36,4%)
				S4 R1	113	72	0	72	0,64	9	12,6	blatte (26,4%), coléoptère (24, 0%) termites (13,2%)
				R2	87	48	1	49	0,56	9	9,7	
□ S4				200	120	1	121	0,61	18	11,1		
□												
□ Eleusine			244	163	2	165	0,68	27	9,0	blatte (29,4%), coléoptère (19,6%) fourmis (19,0%)		
□												
Riz		Stylo	9	50	59	3	62	1,24	9	5,6	araignées (30,4%), blatte (18,6%) fourmis (18,6%)	
			10	71	48	0	48	0,68	9	7,9	araignées (54,1%), fourmis (12,5%)	
	□ □ Stylo			121	107	3	110	0,91	18	6,7	araignées (41,1%), fourmis (15,9%) blatte (15,0%)	

ANNEXE 12 - Relation entre nb d'insectes/tige et nb de tiges/20 cm linéaires (valeurs intermédiaires)



ANNEXE 13 - Relation entre nb d'insectes/tige et nb de tiges/20 cm linéaires (valeurs moyennes des essais)



LISTE DES ARTHROPODES DETERMINES AU NIVEAU DU GENRE ET DE L'ESPECE

Classe, Ordre, Famille	Genre et espèce	Références	Fonction (?)
CL. ARACHNIDES sC. Opilions	<i>Opilion</i> sp	C48, C95, C145	
sC. Araignées F. Sparassidae F. Salticidae F. Corinnidae F. Lycosidae F. Araneidae F. Gnaphosidae F. Zodariidae F. Oxyopidae F. Tetragnathidae F. Pisauridae	<i>Heteropoda venatoria</i> (Linné) <i>Thyene imperialis</i> Rossi ? <i>Burmattus pococki</i> (Thorell) <i>Myrmarachne (elongata ?)</i> <i>Cyrba algerina</i> (Lucas) <i>Phlegra (pisarskii ?)</i> Zabka <i>Castianeiras</i> sp <i>Sphingius</i> sp <i>Trochosa</i> sp <i>Wadicosa</i> spp (= <i>Pardosa</i> spp) <i>Cyclosa</i> sp <i>Neoscona</i> sp <i>Argiope</i> sp ? <i>Zelotes ?</i> sp <i>Asceua ?</i> sp <i>Oxyope (javanus ?)</i> <i>Tetragnatha</i> sp <i>Hersilia</i> sp ?	C143 C17' C156 C151, C153 C170, C173, C183 C145, C172 C171 C49, C146, C163, C171 C145, C162, C168, C174, C183 C174, C183 C93 C151, C152, C182 C143' C123, C163, C184, C169 C181, C182 C191 C163	Frondicole Frondicole Errantes au sol Toile géométrique Araignée à toile Hôte du sol, nocturne diurne Riz, proies : papillons

**LISTE DES ARTHROPODES DETERMINES AU NIVEAU DU GENRE ET DE L'ESPECE
(ANNEXE 14, suite1)**

Classe, Ordre, Famille	Genre et espèce	Références	Fonction
CL. INSECTA Ordre Isoptères F. Termitidae	<i>Macrotermes</i> ou <i>Odontotermes</i> <i>Microtermes</i> ou <i>Ancistrotermes</i>	C12, C12', C45', C159 C13, C117	Champignonnistes Champignonnistes
O. Orthoptères F. Acrididae F. Tettigoniidae	<i>Cyrtacanthacris tatarica</i> Rehn, 1941 <i>Gastrimargus marmoratus</i> (Thunberg, 1815) <i>Acrida willemsei</i> Dish, 1954 <i>Diaboloecatantops innotabilis</i> (Walker, 1870) <i>Phlaeoba infumata</i> (Brunner von Wattenwyl, 1893) <i>Aiolopus thalassinus tamulus</i> Fabricius, 1798 <i>Eyprepocnemis roseus</i> Uvarov , 1942 <i>Oxya japonica</i> (Thunberg, 1824) <i>Locusta migratoria manilensis</i> (Meyen, 1835) <i>Conocephalus maculatus</i> (Le Guillou, 1841)	C1 C2 C3 C4, C6, C51 C4 C5, C9 C6 C8 C10, 10', 10 '' C7	Polyphage, dégât feuille Dégâts sur maïs, riz Riz ? Dégât sur riz et maïs Dégât sur riz et maïs Dégât sur riz et maïs Dégât sur riz et maïs Dégât sur riz Sous-espèce du criquet migrateur Prédateur d'œufs
O. Homoptera F. Pseudococcidae F. Aphididae F. Cicadullinae	<i>Dysmicoccus brevipes</i> (Cockerell, 1893) <i>Rhopalosiphum rufiabdominalis</i> (Sasaki, 1899) <i>Cofana unimaculatus</i> (Signoret, 1854) <i>Xestocephalus</i> sp <i>Extianus</i> sp <i>Nephotettix virescens</i> (Distant, 1908)	C35 C121 C34 C116 C119, C187 C120	sur racines graminées sur racines graminées vecteurs de 'rice virus'

LISTE DES ARTHROPODES DETERMINES AU NIVEAU DU GENRE ET DE L'ESPECE

(ANNEXE 14, suite2)

Classe, Ordre, Famille	Genre et espèce	Références	Fonction
O. Heteroptera F. Reduviidae	<i>Euagoras plagratus</i> (Burmeister, 1934) <i>Peirates</i> sp <i>Ectomoris</i> sp	C16 C160 C160	
O. Coléoptère F. Carabidae	<i>Clivina</i> sp ?	C45	
O Hymenoptera F. Ichneumonidae F. Encyrtidae F. Formicidae	<i>Xanthopimpla flavolineata</i> , Cameron 1907 <i>Apoleptomastix bicoloricornis</i> (Girault, 1915)	C21 C188	Parasite <i>Cnaphalocrocis medinalis</i> Parasite de Pseudococcidae
O. Strepsistera	<i>Elenchus</i> sp	C34	Parasite de cicadelles (Stypopisation)

LISTE DES ARTHROPODES DETERMINES AU NIVEAU DU GENRE ET DE L'ESPECE
(ANNEXE 14, suite3)

Classe, Famille	Genre et espèce	Références	Fonction
O. Lepidoptera Pyralidae	<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> Guéné	C14	Défoliateur du riz
O. Diptera Muscidae Agromyzidae	<i>Atherigona</i> sp <i>Melanagromyza sojae</i> Zehntner, 1900	C166' C175	

RECONNAISSANCE de quelques ESPECES de FOURMIS



Ph 1 : *Solenopsis geminata*

(<http://www.antweb.org/description.do?genus=Solenopsis&name=geminata&rank=species>)



Ph 2 : *Pheidologeton diversus*

(<http://www.discoverlife.org/mp/20o?search=Pheidologeton+diversus>)



Ph 3 : *Pheidole* sp (<http://www.eol.org/pages/485120>)

**UN CAS d'ORGANISATION en CASTES BIEN COORDONNEES CHEZ
LA FOURMI *PHEIDOLOGETON DIVERSUS*
(et de son action double : prédatrice et récolteuse de graines)**

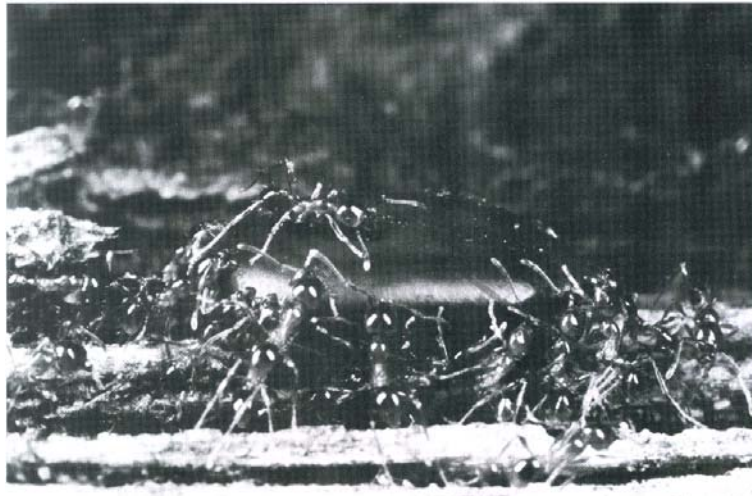


Photo 4 : Ensemble d'ouvrières de *P. diversus* réunissant leur effort pour transporter une graine

(Photo M.W. Moffett, in Holldobler et Wilson (1990), p. 389)



Photo 5 : Durant un raid, les ouvrières et un soldat de *P. diversus* transportent de façon coordonnée une large proie

(photo de M.W. Moffett, reproduite avec la permission de la National Geographic

Society, in Holldobler et Wilson, 1990, plate 21)(prière de supprimer cette page après première lecture ; placée pour information, elle n'est autorisée que pour un usage privé)

NOTE SUR LA CAPTURE DES ADULTES DE VERS BLANCS OU HANNETONS ET SUR L'EFFET DISSUASIF VEGETAL

I. Quelques éléments de biologie

Le cycle des hannetons tropicaux - habituellement de 1 an - est calé avec la saison des pluies, dans la mesure où les adultes peuvent alors facilement sortir du sol (accouplement) et y pénétrer (pontes). Les œufs ont besoin également de fortes humidités pour éclore.

Un point important est d'éclaircir où se situent les accouplements : sur les plantes cultivées ou sur les bordures avec vol des femelles dans les parcelles cultivées ; de même, la profondeur où sont situés les œufs est également un point important en liaison avec la prédation possible par la faune du sol.

Aux températures normales du sol (20 – 25°C), les œufs mettront 2 à 3 semaines pour éclore. Les 3 stades larvaires devraient durer 3 semaines pour la L1 (en général peu mobile et se nourrissant de matière organique), 1 à 1 mois et demi pour la L2 (régime intermédiaire) et 6 mois pour la L3 (le stade le plus mobile et le plus destructif : il y a souvent section des racines, sans qu'elles soient consommées entièrement).

Les larves de type L3 se situent au niveau des racines et ont des préférences selon les plantes ; à l'île de la Réunion, les racines de la plante de couverture (kikuyu) étaient préférées au géranium (Michellon, communication personnelle), tandis que les racines de tabac et de tomate n'étaient pas consommées. Mais sans adventices, les racines de géranium n'étaient pas coupées, mais écorcées sur la périphérie et donc détruites.

II. Méthodes pour captures les hannetons

1/ Le vol des adultes devrait avoir lieu dès les premières pluies, à la tombée de la nuit, alors que les silhouettes des arbres sont encore bien visibles (6 à 10 lux). Pour les attirer, une lampe d'un piège lumineux disposée devant un drap blanc est une technique éprouvée dans une station. La source lumineuse peut être une lampe de Camping Gaz ou une lampe de maison ou branchée sur un moteur portable, mais elle doit être la plus vive possible (une lampe à pétrole ne convient pas, par exemple). Les adultes se posent sur le drap et peuvent être capturés facilement et placés dans une boîte. Les placer ensuite au congélateur pendant 24 heures, puis les disposer sur une couche de coton disposée dans une boîte (en plastique, à cigare, d'allumettes...) avec heures, date et lieu de prises pour envoi à détermination à Montpellier.

2/ Sans piège lumineux, on peut néanmoins trouver les adultes soit accouplés, soit en alimentation, étant alors muni d'une lampe de poche assez puissante et en se déplaçant dans la station.

Les accouplements durent en général 5 minutes et plus et peuvent se passer sur des herbes de 30-50 cm de haut (plantes cultivées ou adventices) comme sur les branches des arbres. L'intérêt est de pouvoir prendre des individus mâles et femelles, facilitant ainsi la détermination. Un autre intérêt est de pouvoir vérifier la capacité de ponte des femelles par dissection des individus, compte tenu du fait que la femelle ne pond pas avant l'accouplement [ceci est valable pour le début du vol ; en cours de vol (qui peut durer 2 à 3 mois), cette possibilité n'est plus vraie car la femelle peut s'accoupler plusieurs fois]. Enfin, on peut voir où se passent les accouplements et déterminer le niveau de 'dissuasion' des différentes plantes vis-à-vis des adultes ou des larves (cf. illustration sur feuille suivante), les parcelles étant comprises entre 250 et 500 m².

Les adultes en alimentation devraient rester en place une grande partie de la nuit.

Au lever du jour, les adultes reviennent au sol par un vol non directif, pour s'y enfouir à faible profondeur.

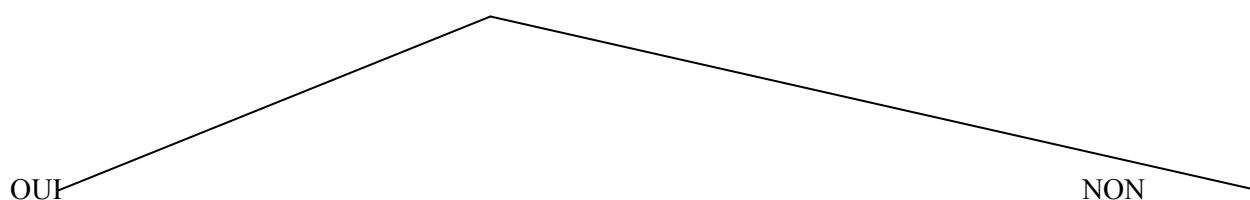
III. Détermination de la profondeur de pontes des œufs

Trois semaines après le début du vol, on peut procéder à des prélèvements dans les champs où l'on a aperçu des accouplements en creusant des trous de 50 cm de long sur la ligne, la largeur correspondant à 2 interlignes, un de chaque côté de la ligne afin de pouvoir quantifier les populations. On procède par tranche de 0-5 cm et on note à chaque jeune stade (œufs et possible début L1), la profondeur de chaque individu.

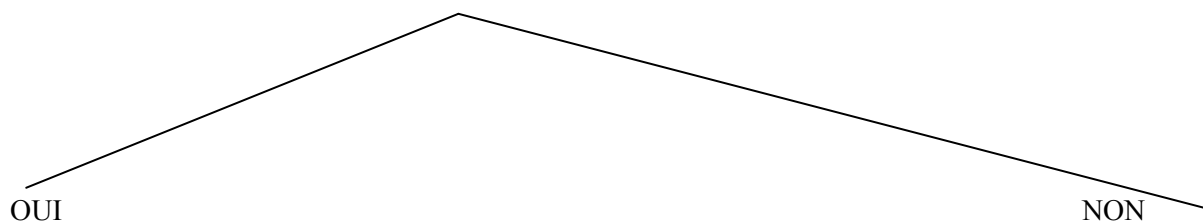
On place en alcool 75% tous les organismes trouvés, y compris les œufs et vers blancs, afin de déterminer les prédateurs possibles).

IV. Détermination du caractère dissuasif des plantes vis-à-vis des vers blancs

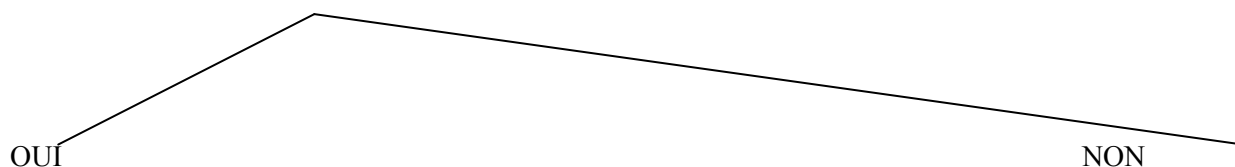
Question 1 : les adultes s'accouplent-ils sur les plantes ?



Question 2 : les adultes femelles pondent-elles dans la parcelle où est cultivée la plante ?



Question 3 : larves L1 et surtout L2/L3 arrivent-elles à consommer les racines des plantes ?



Conclusions :

1/ si la réponse est OUI aux 3 questions, la plante n'est pas répulsive. Eventuellement, les larves L3 peuvent peser moins lourd juste avant nymphose sur une plante peu appréciée que sur une plante favorable, d'où moins de réserves, d'où moins d'œufs pondus par la femelle....

2/ si les réponses sont NON à Q1 et Q2, ce sont les adultes qui sont repoussés (aspect Pull) et la question Q3 ne se pose plus.

3/ si les réponses sont OUI à Q1 et Q2 et NON à Q3, ce sont les larves qui sont repoussées.

Dans les cas 2 et 3, la situation est intéressante. Il faut maintenant déterminer à quel niveau de surface la plante intéressante peut agir sur les adultes : haie, mélange, touffes disséminées,...dans le cas 2.

Le choix des plantes reste ouvert. L. SEGUY a proposé le radis.

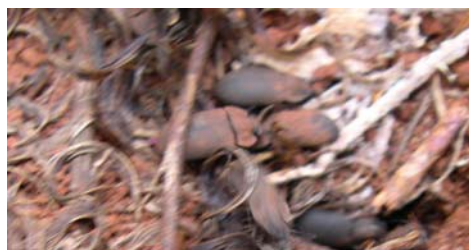
DE PLANTES.....



Ph. 1 : Riz (7 variétés) sur couverture Stylosanthes desséchée (Bos Khnaor)



Ph. 2 : Bordure d'Eleusine et équipes de comptages (Bos Khnaor)



Ph. 3 : Coléoptères type *Gonocephalum* ; à priori nuisibles



Ph. 4 : une mante religieuse (Ordre des Dictyoptères, comme les Blattes), utile



Ph. 5 : Termitière avec termites du genre *Macrotermes* ou *Odontotermes* (termites champignonnistes, à statut ambigu : consommation de végétal, mais améliorateur du sol ?)



Ph 6 : plant de maïs mangé par des chenilles défoliatrices et/ou autres défoliateurs...)

DE PIÈGES



Ph. 7 : Cuvette jaune en plastique, remplie à 30% d'eau



Ph. 8 : Plaquette jaune engluée



Photo 9 : piège placé au ras du sol (composé d'une boîte métallique, engagée dans une gaine électrique, Ø7,7 cm)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BIANCHI F.J.J.A., BOOIJ C.J., TSCHARNTKE T. (2006) – Sustainable pest regulation in agricultural landscape: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. Proc. R. Soc. B., 273: 1715-1727.

BOULAKIA S. (2004 - 2006) - Projet Hévéculture Familiale (Rubber Smallholders Development Project. 2004 – 2006. Annexes diverses (CD –Rom)

BOULAKIA S., KOU P., SAN S., MAM Z., SOUN C.(2004 - 2006) – Synthetic Report 2004-2006. Introduction of the « Direct sowing in Mulch based Cropping Systems » in Cambodia, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, General Rubber Directorate, Rubber smallholders Development Project, Crop Diversification Component, 59 p. + Appendix)

COOK S., KHAN Z.R., PICKETT J. (2007) – The use of Push-Pull strategies in integrated pest management. Ann. Rev. of Ent, 52 : 375-400.

DALGAARD T., HUTCHINGS N.J., PORTER J.R. (2003) – Agroecology, scaling and interdisciplinary. Agriculture, Ecosystems & Environment. 100: 39-51.

DELABIE J.H.C., AGOSTI D., do NASCIMENTO I. (1996?) – Sampling Ground-dwelling Ants: Case Studies from the World's Rain Forests. Chap I: Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. Curtin, University of Technology, School of environmental Biology, Bull. N° 18, 17 p.

EDWARDS G.B., CAROLL J.F., WHITCOMB W.H. (1974) – *Stoidus aurata* Hentz Araneae Salticidae spider predator ants. The Florida Ent. ,57 (4): 337-346.

FOWLER H.G. (1984) – Note on a Clubionid spider associated with Attine ants. The J. of Arachnology, 11 (HS): 117-118.

HOLDOBLER B. (1970) – *Steatoda fulva* (Thridiidae), a spider that feeds on harvester ants. Psyché, 77 (2): 202-208.

JACQMIN C., PINOT E. (2004) – Pression foncière et différenciation sociale au nord-ouest de la province de Kompong Cham (Cambodge). Cahiers Agricultures, 16 (5) : 413-422.

LENOIR L., BENTSSON J., PERSSON T. (2003) – Effects of Formica ants on soil fauna-results from a short-term exclusion and a long-term natural experiment. Oecologia, 134: 423-430.

PARKER J.R. (1984) – Spiders associated with ants. Secretarys Newsletters –British Arachnological Soc.,41 (11, HS): 4.

PORTER S.D., EASTMOND D.A. (1982) – *Euryopsis coke* Theridiidae spiders preys Pogonomyrmex ants, 10: 275-277.

SANDERS D., PLATNER C. (2007) – Intraguild interactions between spiders and ants and top-down control in a grassland food web. *Oecologia*, 150: 611-624.

SCHWARTZ D. (1963) – Méthodes Statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Ed. Flammarion, Paris, 318 p.

SEGUY L. (2007) – Mission d'Appui au Laos et Cambodge. Système sur couvert végétale et Rizicultures alternatives, 108 p.

VAN DER AART P.J.M., TOKE DE WIT (1971) – A field study on interspecific competition between ants (Formicidae) and hunting spiders (Lycosidae, Gnaphosidae, Ctenidae, Pisauridae, Clubionidae. *Netherland J. of Zoology*, 21 (1): 117-126.

WARNER K.D. (2006) – Extending agroecology: Grower participation in partnership is key to social learning. *Renewable Agriculture and Food System*, 21 (2):84-94.

WING K. (1983) – *Tutelina similis* Aranea Salticidae ant mimic feed ants. *J. of the Kansas Ent. Soc.*, 56 (1): 55-58.